

# **Bevattning**

*Tropiskt lantbruk*

**Janne Eriksson**

**STENCILTRYCK NR 49**

**INSTITUTIONEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK**

**UPPSALA 1971**



Institutionen för lantbrukets hydroteknik delger bl. a. i sin tidskrift *Grundförbättring* resultat från institutionens olika verksamhetsgrenar. Allt material blir emellertid inte föremål för tryckning. Undersökningsresultat av preliminär natur och annat material som av olika anledningar ej ges ut i tryck delges ofta i stencilerad form. Institutionen har ansett det lämpligt att redovisa dylikt material i form av en i fri följd utarbetad serie, benämnd stenciltryck. Serien finns endast tillgänglig på institutionen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Institutionen för lantbrukets hydroteknik, 750 07 Uppsala 7

#### Stenciltryck

Nr	År	Författare och titel
1—12		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson. Redogörelse för resultaten av täckdikningsförsöken åren 1951—1962.
13—15		Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av täckdikningsförsök och bevattningsförsök åren 1963—1965.
16	1940	Gunnar Hallgren. Dalgångarna Fyrisån-Östersjön; några hydrotekniska studier.
17	1942	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan grundvattenståndet och vattennivån i en recipient.
18	1943	Gunnar Hallgren. Om sambandet mellan nederbörd och skördeavkastning.
19	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Elementär hydromekanik.
20	1952	Sigvard Andersson. Kompendium i agronomisk hydroteknik. Tabeller och kommentarer.
21	1960	Sigvard Andersson. Kapillaritet.
22	1961	Sigvard Andersson. Markens temperatur och värmehushållning.
23	1962	Waldemar Johansson. Bevattningsförsök i potatis, korn och foderbetor vid Tönnersa försöksgård 1959—1961.
24	1962	Waldemar Johansson. Metodik och erfarenheter vid användning av hålkort för undersökning av torrlägningsförhållanden och ytsänkning vid Nedre Olandsån.
25	1962	Waldemar Johansson. Utredning för förslag till bevattningsanläggning vid Sör Salbo, Salbohed, Västmanlands län.
26	1963	Sigvard Andersson. Skrivningar i agronomisk hydroteknik.
27	1964	Gösta Berglund och Stig Sjöberg. Undersökning av plaströrstäckdikningar.
28	1964	Aug. Håkansson. Anvisning rörande täckdikning med plaströr av styv PVC.
29	1966	Gösta Berglund. Vattendragsförbundet: Förslag till överenskomelse och stadgar samt något om kostnadsfördelningar.
30	1966	Tryggve Fahlstedt. Kvismaredalsprojektet — en orientering samt Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal.
31	1966	Gunnar Hallgren. Vattenrätt.
32	1966	Nils Brink. Hydrologi.
33	1967	Yngve Jonsson. Ytplanering med planersladd.
34	1967	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1966 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
35	1967	Ulrich Nitsch. Om östersjövattnets användbarhet för bevattningsändamål.
36	1968	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1967 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.
37	1968	Nils Brink. Ansvarsfördelningen vid underhåll av vattendrag inom Sagåns vattensystem.
38	1968	Aug. Håkansson, Waldemar Johansson, Tryggve Fahlstedt. Nederbördens storlek och fördelning.
39	1968	Gösta Berglund. Om genomsläppligheten i återfyllning och rörfogar.
40	1969	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1968 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök.



## Bevattning

av Janne Eriksson

Bevattning är tillförsel av vatten för att antingen uppväga absoluta underskott eller olämplig fördelning i den naturliga nederbörden. Klimatet sätter i hög grad sin prägel på bevattningens utformning och man brukar särskilja tre huvudtyper av bevattningsjordbruk.

1. Inom arida och semiarida områden med konstant nederbördsunderskott är bevattning en förutsättning för jordbruk och där har den haft stor omfattning sedan länge. Det gäller områden, som Egypten, Väst-Pakistan, kustlandet i Peru osv. Vattnet tas från s.k. "främlingsfloder", såsom Nilen och Indus, som får sitt vatten från avlägset belägna nederbördsområden, där tillflödet är stort nog att underhålla floden när den sedan rinner fram genom det arida landskapet. I en del fall är bevattning baserad på grundvattenströmmar från alpina områden.

2. Områden med markerade regn- och torkperioder, monsunområden, såsom i Asien samt områden med medelhavsklimat. I monsunområdena möjliggörs odling även under de torra vintermånaderna, eftersom temperaturen även under vinterhalvåret är tillräcklig för tillväxt. I länder med medelhavsklimat är sommaren torrperiod och det är under denna period som bevattning sätts in i områden som Israel, Cypern, Spanien, Kalifornien, Chile.

3. I vanligen humida områden, där regnmängden normalt är tillräcklig men där bevattning sätts in som en säkerhetsåtgärd mot torka och för att höja allmänna skördenivån. Denna form av bevattning kan kallas komplementbevattning. Den är ett sätt att effektivisera det existerande jordbruket medan de två första formerna är en förutsättning för att jordbruk skall kunna bedrivas.

Man kan också göra en uppdelning i traditionell okontrollerad bevattning och modern "året runt" bevattning med kontrollerad tillförsel.

Under det sista århundradet har de teknologiska framstegen möjliggjort en kraftig expansion av denna "året runt" bevattning. De första stora bevattningssystemen byggdes ut vid Nilen och Indus-Ganges under sista hälften av 1800-talet. På de plana slätterna kunde relativt stora områden nås med kanalsystem, som försörjdes med vatten från förhållandevis enkla, låga dammbyggnader. Många allt större och mer komplexa bevattningsprojekt har sedan dess realiserats på flera håll

i världen.

### Bevattningsystemets funktioner

Ett modernt bevattningsprojekt innehåller i allmänhet följande funktioner.

a) lagring b) distribution c) bevattning d) dränering (saltkontroll) (fig. 1, 2).

### Lagring

Flödet hos de flesta stora floder är oregelbundet. Ett syfte med en dammanläggning är att ge möjlighet till magasinering av de stora flödena. Ett stort problem är slamavsättningen i magasinen när vattenhastigheten minskar. En viss lösning har visat sig vara utskov i botten av dammvallen så att det starkt slambemängda vattnet under flödet går igenom. Det andra syftet med en fördämning över en flod är att höja vattennivån över den nivå som fältet har där vattnet skall användas. Detta ger en möjlighet att leda vattnet med sjölvfall fram till och ut på fältet som skall vattnas. För det ändamålet anläggs ofta förutom huvuddammen också fördelningsdammar.

Slamhaltigt vatten är till olägenhet inte bara för det stora magasinet utan även för distributionsnätet fram till fältet. En stor kostnad i underhållet av kanalerna är just slamrensning. Man söker därför bygga särskilda anläggningar för slamavskiljning innan vattnet går ut i systemet.

### Distribution

Den andra huvuddelen i ett "året runt" bevattningsystem är ett kanalsystem med mindre fördelningsdammar och pumpstationer. Distributionsnätet består av huvudkanal, sidokanaler, bevattningskanaler och dräneringskanaler. Huvud- och sidokanaler är fasta diken förlagda i ägo- gränserna. De är i allmänhet utan tätning. Förluster genom infiltration kan på vissa jordar vara stora. Till dessa kommer även avdunstningsförluster särskilt i arida områden. Man söker finna billiga metoder att täta kanalerna bl.a. med plastfolie.

Bevattningskanalerna kan antingen vara permanenta eller tillfälliga. I det senare fallet plöjs de igen för att inte hindra vid skörd och brukning. I bevattningskanalerna däms vatten upp med små dammluckor av järn eller trä och leds ut genom öppningar i dikesvallen.

Alltmer ökad användning får hävertar för att lyfta vattnet över kanalvallen ut på fältet. Dessa kan vara av plast, metall eller gummi

och ha kapacitet från 5 l till 5 m<sup>3</sup> per min.

En rationell metod att distribuera vattnet är via rörsystem. Den begränsas av ekonomiska skäl främst dock av den stora kapitalinsatsen men har många fördelar: inga läcknings- och avdunstningsförluster, reducerat underhåll och vegetationsrensning, valmöjlighet mellan självfall eller tryck. De större dimensionerna läggs permanent av betong eller asbeströr, de mindre flyttbara i järn eller aluminium.

En tredje viktig del i distributionen är reglering av den framströmmande vattenmängden och uppmätning av den mängd vatten som levereras till t.ex. en brukningsenhet.

### Bevattningsmetoder

Vatten kan tillföras ett fält genom infiltration i marken, svämning på ytan eller genom besprutning.

#### 1. Markinfiltration

Vid subirrigation kan vattentillförseln ske på två sätt. Det vanligaste sättet är att bilda och underhålla en grundvattenyta på ett sådant djup att den kapillära stigningen når upp till markytan. Marken måste vara genomsläpplig och likartad i rotzonen över hela området, vidare måste den naturliga grundvattenytan ligga nära markytan eller också skall det finnas ett ogenomsläppligt lager i profilen så att vattnet hindras att sjunka ner i grunden.

En andra metod är att lägga särskilda ledningar med perforering. De läggs då i eller strax under matjorden och ganska tätt. Vatten släpps på i perioder så att rotzonen når kapillärmättnad.

#### 2. Ytbevattning

Den mest utbredda av bevattningsmetoderna, speciellt i arida områden, är applicering på markytan. Det innefattar antingen helt okontrollerad utsvämning över fältet eller olika former av kontrollerad tillförsel och fördelning genom fåror, invallade tegar eller bassänger, konturdiken osv. Ytbevattningsmetoderna är mycket modifierbara, dvs kapaciteten är tillräcklig för att på kort tid, i jämförelse med bevattningscykeln, bevattna hela arealen. Om bevattningscykeln t.ex. är 14 dagar, kanske bevattningen kan genomföras på 2 å 3 dagar. Denna möjlighet är en gardering mot extrema torrperioder. I ett system med besprutning har man i allmänhet inte samma marginal.

##### a) Okontrollerad svämbevattning (överstrilning)

Denna metod används i första hand i primitivt jordbruk. Den måste dock komma till användning även i rationellt jordbruk, t.ex. på fält med stor lutning upp till 12 %, där det inte är ekonomiskt att planera marken för får-, teg- eller bassängbevattning. Den används främst för

vallgrödor. Man för fram vattnet i diken längs höjdkurvorna. De läggs alltefter lutningen på fältet med 15 till 50 m avstånd.

#### b) Tegbevattning

Tegbevattningen innebär en uppdelning av fältet i smala tegar avgränsade med låga vallar. Tegarna läggs normalt med största fallet, och med en bredd av 10-20 m och en längd av 100-400 m. Vallen mellan tegarna ges lagom höjd, i allmänhet högst 30 cm, för att hindra vattnet rinna över när tegarna svämmas. Den viktigaste fasen i tegläggningen av ett fält är ytplaneringen inom varje teg så att den är helt plan och inte lutar i sidled. Därigenom erhålles en jämn vattenfördelning. I vallgrödor är metoden tillämpbar i lutningar till 6 % i övriga grödor intill 3 %.

#### c) Bassängbevattning

I fruktodlingar tillämpas en metod där man bygger upp en låg vall högst 30 cm, så att man får en bassäng om ca 4 x 4 m runt varje träd. Varje bassäng planeras till horisontalplanet. Dessa bassänger fylls snabbt med vatten till bredden vid varje bevattningstillfälle, varefter det får infiltrera och lagras upp i profilen.

#### d) Fårbevattning

Vid fårbevattning kommer bara hälften eller mindre av fältytan att täckas av vatten. Detta innebär, att man får lägre avdunstning, att man har större chans att komma åt med bearbetning och att detta kan ske med mindre ältning och packning av marken. Fårdjupet varierar från 3-8" för radgrödor. En form av fårbevattning med grunda fåror kallas korrugeringsbevattning. Läggs fårorna tvärs fallet kan metoden tillämpas på lutningar till 12 % beroende på gröda och jordart.

Längden på fårorna beror på jordens infiltrationsförmåga, fallet och vattenflödets storlek. Alltför långa fåror resulterar i förluster till djupare lager än rotzonen och i erosion i övre ändarna av fåror-na. Rekommenderade fårlängder på olika jordar framgår av nedanstående tabell.

Fall %	Sand- jordar	Sand- lera	Mjäl- lera	Styv lera
0-2	80-133	100-220	220-440	293-440
2-5	66-100	66-100	100-220	133-293
5-8	50-66	50-83	66-100	83-133
8-15	33-50	33-66	33-66	66-100

### Bestämning av vattentillförsel vid svämbevattning

Vid de olika formerna av ytbevattning är det utomordentligt viktigt att reglera vattentillförseln efter markens och grödans behov. Utströmningen är mycket komplex så att teorien är invecklad och dessutom är nödvändiga fältdata svåra att bestämma.

Vid tegbevattning tillämpas en metod där man utgår från det vattenflöde i l/s som krävs för att bevattna en 33 m lång och 0.3 m bred remsa i 0.5 % fall. Storleken på det flödet beror bl.a. på infiltrationskapaciteten hos jorden och lutningen. Det antal mm vatten som behövs för att fylla upp rotzonen avgör hur länge flödet skall fortgå. Se vidare principskiss och diagram (fig. 3, 4, 5).

### 3) Spridarbevattning

Spridarbevattning har blivit särskilt tillämpad i humida områden eftersom den är användbar till högst varierande lutningsförhållanden, jordar och grödor och utan att ytplanering behöver tillgripas eller öppna bevattningskanaler anläggas.

I arida områden kan spridarbevattning förväntas få ökad användning. I vissa områden har den redan nu stor omfattning t.ex. Israel och Kalifornien. Man har funnit att de befarade avdunstningsförlusterna icke är så höga och totalförlusterna är snarare mindre än i ytbevattningen, bl.a. på den större kontroll man kan ge tillförseln.

I en anläggning ingår pump, huvudledningar, spridarledning med spridare. Spridarna är vanligast av roterande typ med ett munstycke av 4-7 mm och med kastlängder på 12-18 m vid 3-4 atmosfärers övertryck. Vattenavgivningen kan ligga mellan 0.5-4 m<sup>3</sup> per timme. Normalt kastas vattenstrålen ut med 30° vinkel. Vid bevattning i fruktodlingar används dock ofta spridare med låg strålvinkel. Där kan också vara nödvändigt med ståndarrör till spridarna. Avståndet mellan spridarnas uppställningsplatser bör i medeltal helst inte överstiga 1.2-1.3 ggr kastlängden. Vid 16 m kastlängd är det vanligt att sätta spridarna på 18 m avstånd på spridarledningen och ha 24 m som flyttmått vid den etappvisa förflyttningen av ledningen. Med en dimension av 3" rör i spridarledningen ges den en längd av 175-200 m med 10-12 spridare. Vid planeringen av större bevattningsprojekt väljs fältbredden vanligen till ca 400 m och huvudledningen dras i mittlinjen av fältet. Vid bestämning av bredden på fälten och motsvarande längd och dimension på spridarledningarna vägs olika faktorer mot varandra t.ex. ju längre spridarledning ju färre fasta huvudledningar för en given areal. Går man upp till 4" spridarledning blir rören emellertid tyngre och arbetsammare att flytta. Att blanda 3" och 4" dimensioner i spridarledning

har visat sig opraktiskt.

I fruktodlingar måste systemet av spridare anpassas efter träd-  
raderna. I apelsinodlingar används lågvinkliga spridare med låg kapa-  
citet. Spridarna sätts inte direkt på ledningen utan kopplas till  
slangar av plast så att de kan ges en riktig placering i förhållande  
till träden. I bananodlingar används ett fast ledningsnät 1" och 2"  
rör av järn och spridare på ständarrör, som sprider över topparna.  
Spridarslang av plast ökar även här i användning.

En ny form av spridning av vattnet från ett rörsystem är dropp-  
bevattning eller tricklebevattning. Man använder plastledningar av  
liten dimension, 1/4", som förses med munstycken som endast tillåter  
vattnet att droppa ut i en takt som jorden förmår svälja det. Olika  
utformningar av munstyckena samt olika avstånd mellan dem är under  
prövning.

### Saltproblemet

Utlakning av lösliga salter ur rotzonen är nödvändig på bevattnade  
jordar. I humida områden, där bevattningen ges som komplement, är  
nederbörden tillräcklig för att laka ut det eventuella ackumulerade  
saltet och därmed ge s.a.s. en naturlig lösning på saltproblemet.

I arida och semiarida områden har man inte det förhållandet och  
man måste ständigt vakta på saltanrikningen. Man uppskattar att ca  
4 milj. av världens bevattnade markareal är behäftad med saltproblem.

Eftersom ett normalt bevattningsvatten tillför mellan 1 och 5 ton  
salt per ha med en 50 mm bevattningsgiva och man under arida förhållan-  
den årligen ger 1000-3000 mm vatten, så kan saltproblem inträda mycket  
snabbt. Det kan endast bemästras om man tillför vatten inte bara för  
att tillfredsställa växternas behov utan också för att laka ur saltet  
till lämpligtanordnad dränering om inte den naturliga dräneringen är  
tillräcklig. Saltanrikning kan också ske genom kapillär stigning från  
en grundvattenyta som kommit för nära markytan genom överbevattning  
eller genom läckage från vattenkanaler. Grundvattnet bör ligga 1.5-2 m  
djupt för att förhindra saltanrikning genom kapillär stigning.

Saltsituationen i markvätskan eller bevattningsvatten kan anges  
på följande sätt.

#### 1. Salthalt

a) Total salthalt: mg/l

ppm, (parts per million)

Millival/l, (milligramkv. per liter)

b) Elektrisk ledningsförmåga (EC): mhos/cm,



$$\text{Samband: } 1 \text{ siemens} = \frac{1}{\text{ohm}} = 1 \text{ mho (EC)}$$

$$0.001 \text{ mho} = 1 \text{ millimho (EC} \cdot 10^3)$$

$$0.000001 \text{ mho} = 1 \text{ micromho (EC} \cdot 10^6)$$

Mellan de olika beteckningssätten för total salthalt och ledningsförmågan råder vidare följande appr. samband.

$$\frac{\text{ppm}}{64} = \frac{(\text{EC} \times 10^6)}{100} = \text{millival/l}$$

2. Andelen av natrium av katjonerna beräknad med hjälp av natriumadsorptionskvoten (SAR).

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

Koncentrationen av  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  och  $\text{Mg}^{++}$  i millival/l.

3. Borhalten. Bor kan vara giftigt redan vid 1/3 ppm.

#### Saltskador

Den direkt ödesdigra effekten av hög salthalt i markvätskan är högre osmos och mindre rörlighet hos vattnet, dvs. växter kan inte dra åt sig vattnet utan kommer att lida av torka. Höjd natriumhalt påverkar markstrukturen. Natrium dispergerar aggregaten med sänkt genomsläpplighet och dåliga brukningsegenskaper som följd.

Vid vilken salthalt inträffar saltskador. Allmänt anses en jord orsaka saltskada när den mest saltkänsliga växtgruppen lider skada. I en amerikansk definition anses en ledningsförmåga av 4 millimhos/cm i markvätskan utgöra denna gräns.

Klassifiering av bevattningsvatten med hänsyn till natrium och salt-skaderisken enl. USDA, framgår av fig. 6 . Salttoleransen hos några olika grödor framgår av nedanstående tabell.

Salttoleransen hos olika grödor (USDA 1954)

Lednings- förmåga	Känsliga grödor	Lindre känsliga	Relativt toleranta	Mycket toleranta
millimhos/cm	2.0-4.0	4.0-6.0	6.0-8.0	8.0-12.0

Spannmål

bönor	majs	bomull	korn
ärter	sojaböna	råg	sockerbeta
	hästböna	vete	raps
		havre	
		ris	

Rotfrukter och grönsaker

bönor	tomat	rödbeta	sockerbeta
selleri	broccoli		
rädisor	kål		
	peppar		
	sallad		
	sötmajs		
	lök		
	ärter		
	vattenmelon		

Fruktträd

päron	oliver	granatäpplen	dadelpalm
äpplen	vindruvor	fikon	
apelsin			
grapefrukt			
plommon			
aprikos			
lemon			
arrodo			

Toleransen hos de olika grödorna kan variera, beroende på sorten som odlas, bruksningsmetoder och klimatiska faktorer (fig. 7).

Lakningsbehov

Det är önskvärt att på ett enkelt sätt kunna beräkna saltbalansen i en jord vid tillförsel av vatten av viss mängd och kvalitet. Den mest använda metoden är baserad på lakningsbehovet till jämvikt. Lika mycket salt som kommer in i profilen måste också lämna den.

Jämvikt råder när

$$\text{saltbalansen} = D_i \cdot C_i - D_d \cdot C_d = 0$$

där  $D_i$  = mängd i mm av tillfört vatten

$D_d$  = mängd i mm av dräneringsvatten

$C_i$  = salthalten i tillfört vatten

$C_d$  = salthalten i dräneringsvatten.

Vid vattnets rörelse genom jorden och som ett resultat av evapotranspirationen, blir markvätskan alltmer koncentrerad. Därför är den mängd vatten, som måste dräneras ut och bära med sig överskottssaltet, mindre än den mängd som ges vid bevattningen. Den får dock inte bli så liten att salthalten i rotzonens botten är högre än vad den gröda tål som man odlar på fältet. Lakningsbehovet LR är den andel av tillfört vatten som måste perkolera igenom rotzonen och anges av USDA (1954) som kvoten

$$LR = \frac{D_d}{D_i} = \frac{C_i}{C_d}$$

Naturlig nederbörd tas med i beräkningarna genom att ett vägt medeltal  $C_{(i+r)}$  av salthalten i bevattningsvattnet och regnvattnet införes i formeln i stället för  $C_i$ .

$$C_{(i+r)} = \frac{C_i D_i + C_r D_r}{D_i + D_r}$$

där  $D_r$  och  $C_r$  är regnvattnets mängd resp. salthalt. Fig. 8 visar förhållandet mellan lakningsbehov och grödornas saltkänslighet och bevattningsvattnets innehåll av salter.

#### Avsaltning av havsvatten

Av olika förfaringssätt som prövats är destillation och omvänd osmos de mest lovande. Den förra metoden grundar sig på upphettning av saltvatten och sedan en snabb reducering av trycket som får vattnet att brusa upp i ånga. I omvänd osmos används en semi-permeabel hinna som tillåter genomgång av vatten men däremot inte saltjonerna. Båda processerna kräver tillskott av energi. Enl. gjorda beräkningar ca 0.61 kcal/kg eller 0.7 kwh/m<sup>3</sup> avsaltat vatten.

I de avsaltningsanläggningar som är i drift i dag är energiåtgången minst 70 ggr större än den teoretiska, och denna höga energiförbrukning är en av orsakerna till den höga avsaltningskostnaden i dag. I Amerika räknar man med en kostnad av 15 till 25 ggr högre än medelkostnad för yt- eller grundvatten. Såsom en optimistisk siffra anges idag ung. 50 öre/m<sup>3</sup> för avsaltat vatten vid en effektiv anläggning.

Vilken maximikostnad per m<sup>3</sup> vatten kan då en gröda bära? Man räknar genomsnittligt med att vattenkostnaden får uppgå till 10 % av skördevärdet. Nedanstående tabell utgör en sammanställning av Barberis (1968) med i Italien rådande produktpriser och klimatförhållanden.



Relationen gäller för effektivt skött spridarbevattning. Gapet mellan tillåtliga vattenkostnader och avsaltat vatten är stort och kan inte förväntas nämnvärt minskas under de närmaste 10 åren. Kalkyler för mycket stora kärnkraftstationer för avsaltning visar mot en halvering av dagens produktionskostnader.

Gröda	Skördevärde kr/m <sup>3</sup> vatten	Gränskostnad öre/m <sup>3</sup> för vat- ten
Blommor, grönsaker växthus-	17.40-21.70	174-435
Apelsin, grönsaker fält-	4.40-5.70	43-57
Tobak	2.20-4.40	21-43
Äpplen, päron	3.50	17-34
Persikor	2.60	26-34
Vindruvor	2.60	26
Tomater, melon, peppar	1.75	17-22
Bomull	1.75	17
Sockerbetor, majs, potatis	0.44-0.90	4-8
Vall	0.22	2

Tab.1 Skördevärde i kr/m<sup>3</sup> vatten för olika grödor samt gränskostnaden öre/m<sup>3</sup> vatten. Beräkning gäller för i Italien rådande klimatförhållanden och vid bevattning med god effektivitetsgrad.

#### Bevattningsbehov

Totala vattenbehovet och maximiuttaget under växtperioden varierar hos olika grödor. Den per tidsperiod förbrukade mängden beror på gröda, mognadsgrad och klimatiska förhållanden såsom luftfuktighet och temperatur. Tabell 1 avser att ge en uppfattning om den totala vattenförbrukning som olika grödor har inom tre olika klimatområden av Israel från arida till subhumida.

Gröda	Vattengiva mm/år		
	Område A	Område B	Område C
Bananer	2300-2500	-	900-1200
Äpplen	-	800-900	700-800
Apelsiner	1000-1200	800-900	700-800
Vindruvor	900-1000	600-800	350-450
Vall (Alfalfa, gräs)	1600-1700	1100-1300	900-100
Majs	700-800	500-600	400-500
Grönsaker (vår)	500-600	400-500	350-450
Jordnötter	-	600-700	450-550
Bomull	900-1200	600-700	400-550
Sockerbeta	700-800	500-600	350-450

Tab. 2. Vattengiva mm/år i medeltal för tre områden i Israel enl. Tahal-Water planning for Israel. Tel Aviv 1963. Område A. Jordandalen, Södra Negev, nederbörd 100 mm, Område B. Hulandalen, norra Negev, nederbörd 400-500 mm, Område C. Galileen, kustslätten, nederbörd 500-600 mm.

Kännedom om den säsongsmässiga variationen i vattenförbrukning hos olika grödor är vidare av stort värde. Det gör det möjligt att komponera en växtföljd så att man får en god sammanlagring och utnyttjar vattentilldelningen inom t.ex. bevattningssamfälligheten på bästa sätt. Variationen av vattenförbrukningen under veg.perioden för några grödor anges i fig. 9. Undersökningen är utförd i Nebraska, USA, men liknande data kommer i ökad omfattning från andra klimatre-gioner.

#### Markens buffringsmagasin av vatten

Vid planering av bevattning och upprättande av bevattningsschema är det nödvändigt att ha data om markens förmåga att lagra upp vatten och hålla det tillgängligt för växten. Vid bevattning så fylls denna reservoar periodiskt med vatten. Den töms sakta genom evapotranspirationen dvs. vattenavgången från markyta och gröda. Vattentillförseln utöver magasinets kapacitet perkolerar igenom som utlakningsvatten. Markens infiltrationskapacitet och permeabilitet bestämmer hur snabbt man kan fylla på magasinet vid bevattning på ytan eller med besprutning. I bevattningsförsök har man funnit att man inte skall låta växterna tömma hela tillgängliga vattenmagasinet utan endast till ca 2/3. Magasinet hos olika texturellt sammansatta jordar framgår schematiskt av fig. 10, likaså är inlagd den gräns vartill tömningen kan gå.

Om man jämför två jordar med samma rotdjup men olika lagringskapacitet per t.ex. dm av rotzonen, måste jorden med lägre kapacitet vattnas med tätare intervall än den med högre. Med en grundare rotzon följer också tätare intervall. Med kännedom om tillgängligt magasin och rotdjup och grödans vattenförbrukning kan man göra upp tidsschema för bevattning (fig. 11, 12).

Det finns också olika metoder att kolla vattensituationen i marken t.ex. provtagning och vägning eller tensiometrar. Dessa bestämningar kan då användas för att korrigera bevattningsschemat.

Man kan också undersöka grödan för att finna dess stressituation eller ha särskilda indikatorväxter som varnar innan huvudgrödan börjar lida av torka.

#### Omfattningen av bevattningen i världen

Uppgifter om bevattnad areal som anges av olika länder är av flera skäl inte särskilt exakta. Man inkluderar ibland den potentiellt

bevattningsbara arealen. Arealen fluktuerar också från år till år beroende på klimatet. I början av 1960-talet angavs siffran 150 milj. ha av FAO. Det utgör ca 13 % av världens odlingsjord.

	Bevattnad areal i milj. ha
Asien	97
Nord-Amerika	15
Sovjetunionen	12
Europa	9
Afrika	6
Central-Amerika	5
Syd-Amerika	5
Australien	1
Summa	150

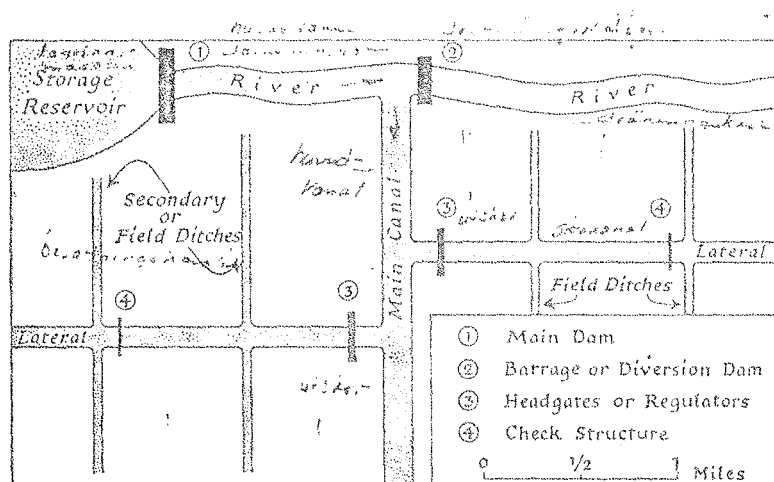
Det framgår av tabellen att Asien har den största arealen under bevattning med närmare 100 milj. ha eller  $2/3$  av världens totala. Detta betyder också att en avsevärd del av världsarealen bevattnas med traditionell teknik. På de sista 15 åren har dock den bevattnade arealen inemot fördubblats och på den arealen har modern teknik kommit till användning. Utökningen har framför allt skett i Amerika, Kanada, Mexico, Sovjetunionen, Medelhavsländerna, däremot är ökningen fortfarande förhållandevis liten i Syd-Amerika och Australien.

#### Litteratur

- Cantor, L.M. A world geography of irrigation. London 1967.  
 Hagan, R.M., Haise, H.R., Edminster, T.W. Irrigation of agriculture lands. Madison 1967.  
 Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W., Barnes, K.K. Soil and water conversation engineering. New York 1966.



## a) Hoveddistribution



## b) Detaljdistribution

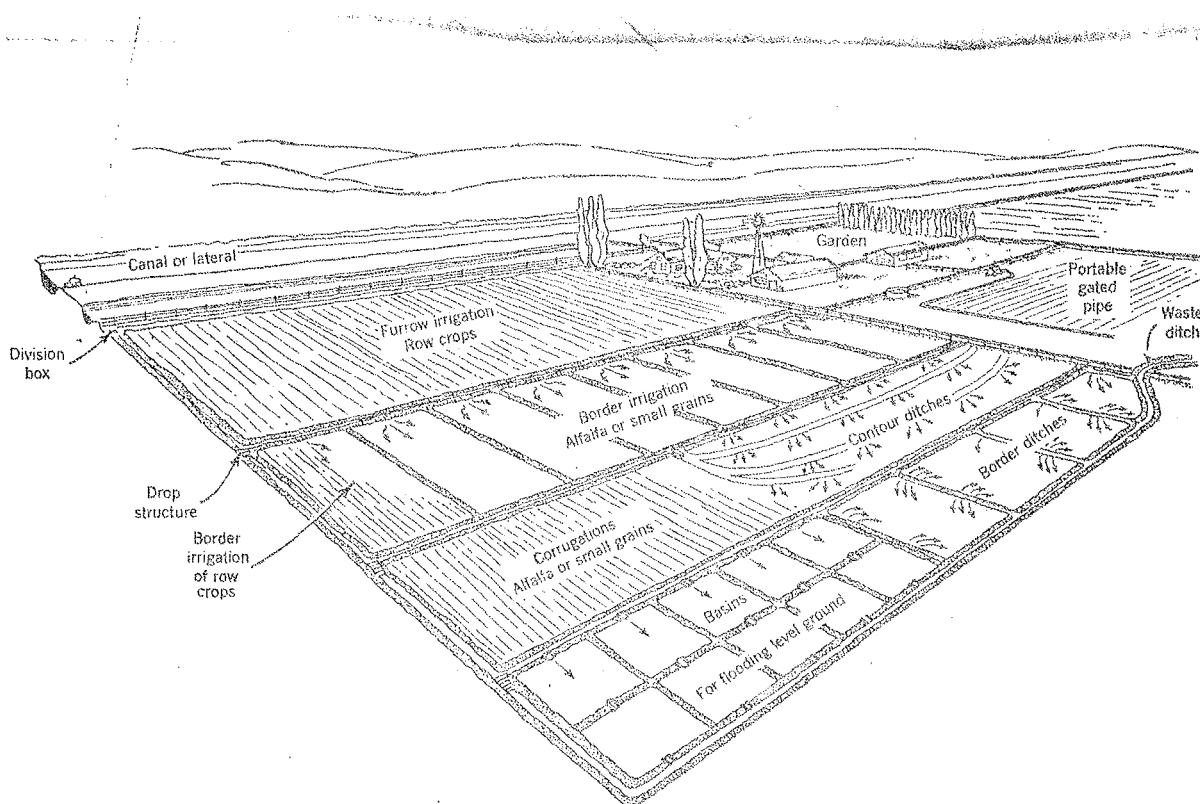
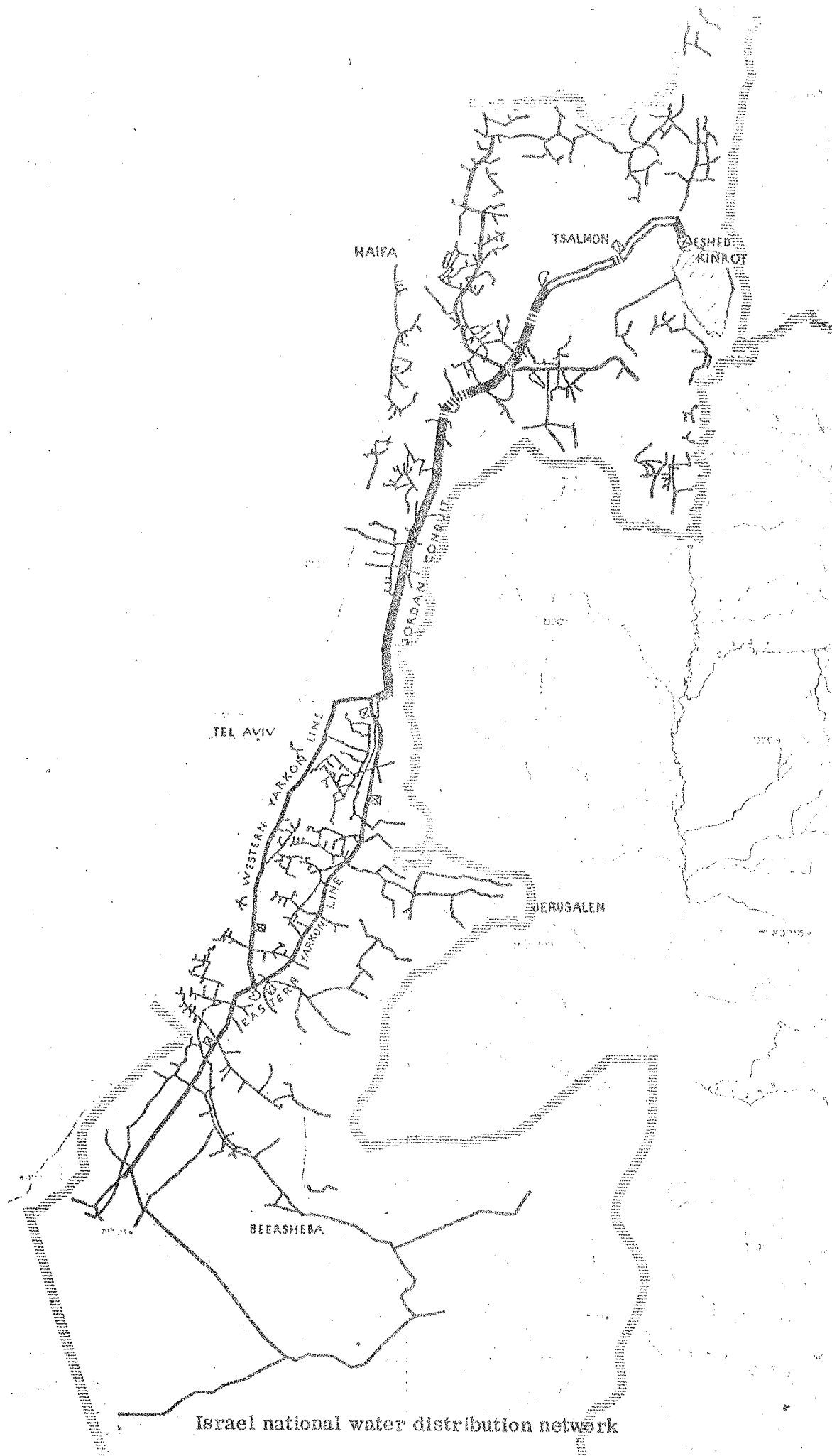


Fig. 1 a) Modernnt hoveddistributionssystemet inom ett bevattningsprojekt (Carter, 1967) b) Brunnriksenhet inom en bevattningsanordning. Olika former av ytbevattning. (U.S. Soil conservation service, 1947).



Israel national water distribution network

Fig. 2 Ex. på helt reglerad vattenhushållning. Israels vattendistributionsnät för vatten till såväl konsumtion som bevattning. (Tahal - water planning 1963).

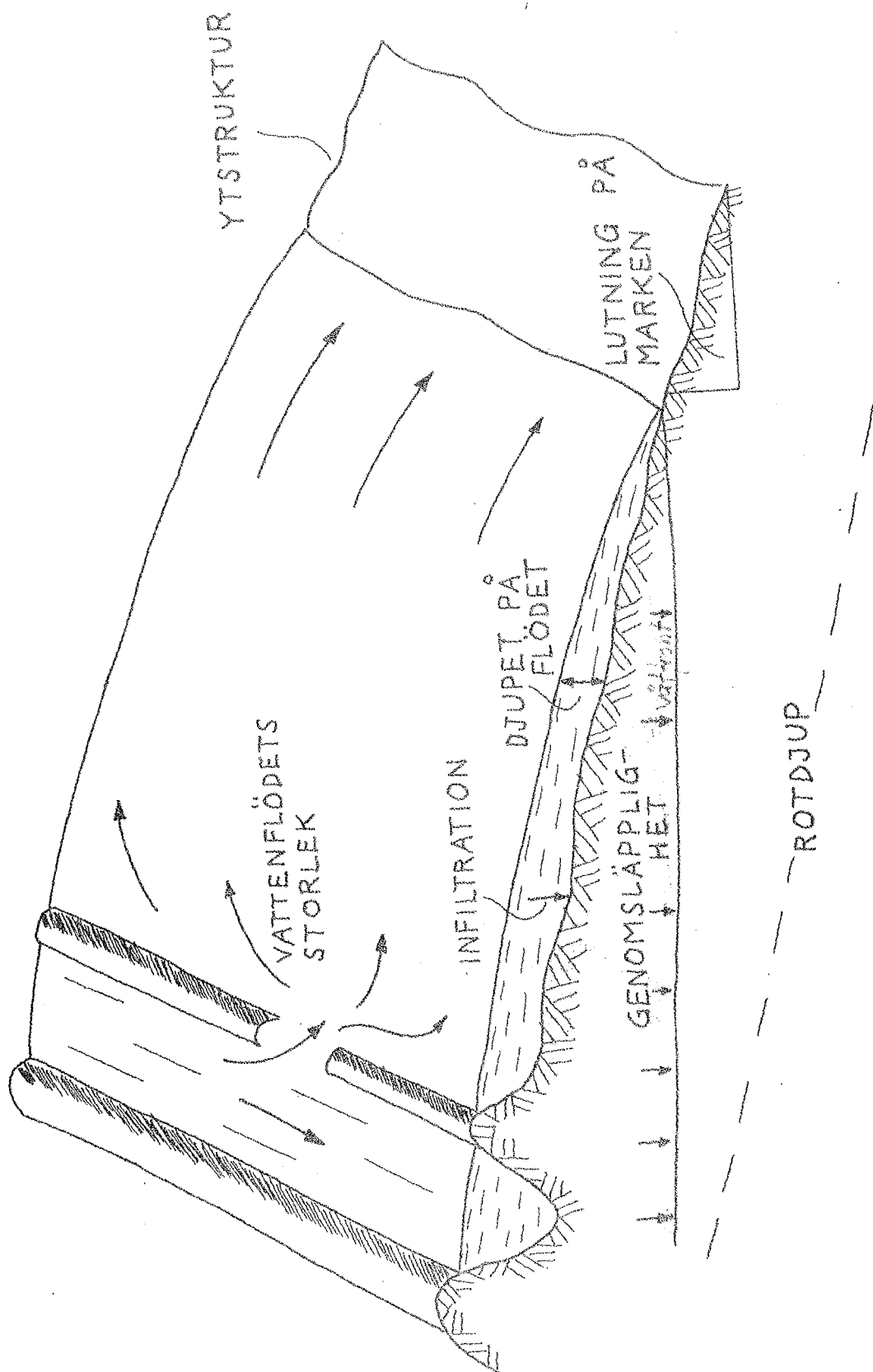


Fig. 3 Schematisk bild av vattenflödet vid ytbevattning med några av de huvudsakliga faktorerna, man måste ta hänsyn till vid flödesberäkningen. (Hansen 1969)



KORREKTIONSFAKTOR  
FÖR ENHETSFLÖDET  
PÅ 0.5 % FALL

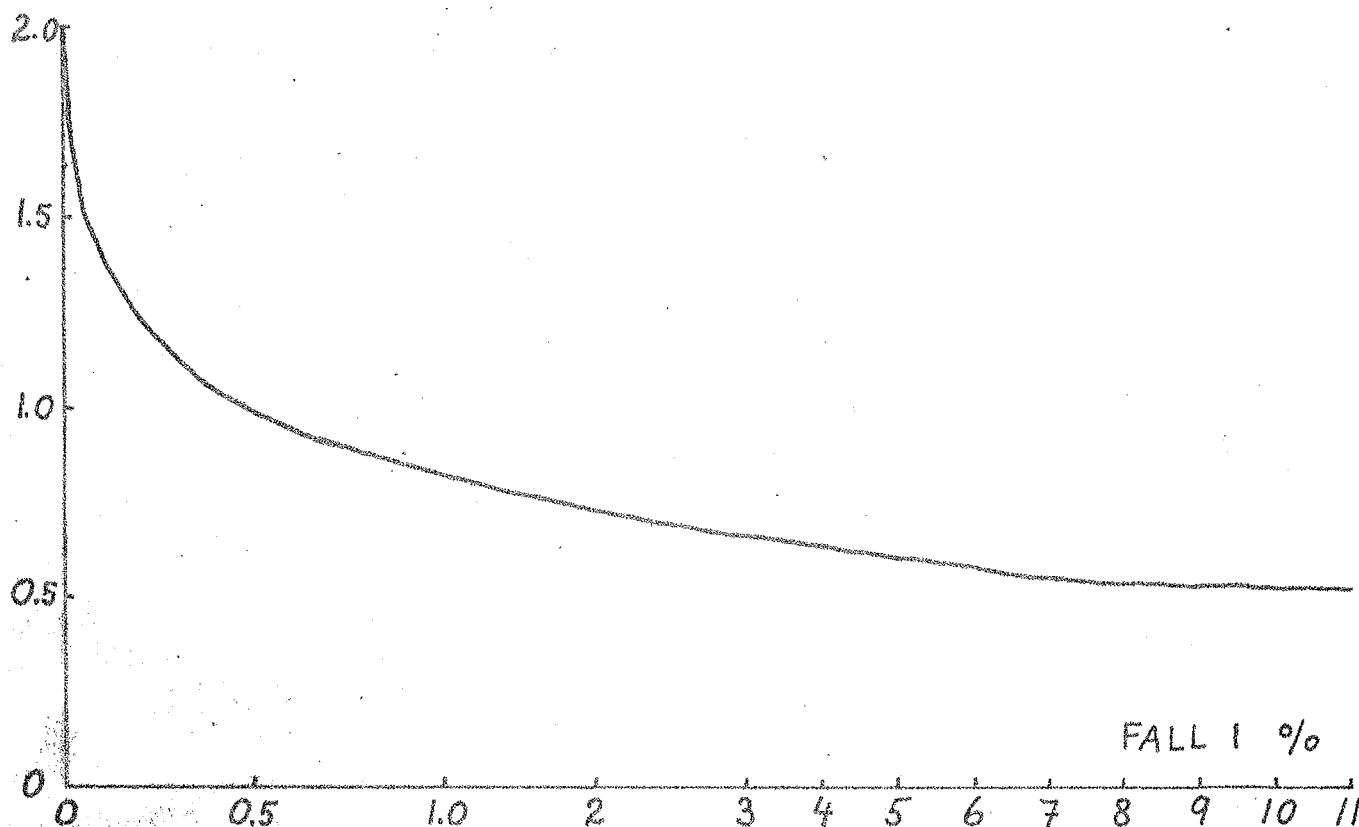


Fig. 4 Diagram för bestämning av faktor för korrektion av vattenflödet på fält med annan lutning än 0.5 % vid vilket man bestämmer enhetsgivan. (U.S. SCS 1957).

ENHETSFLÖDE I cfs/100-ft längd  
[ $\times 28.3$  l/s/33 m].

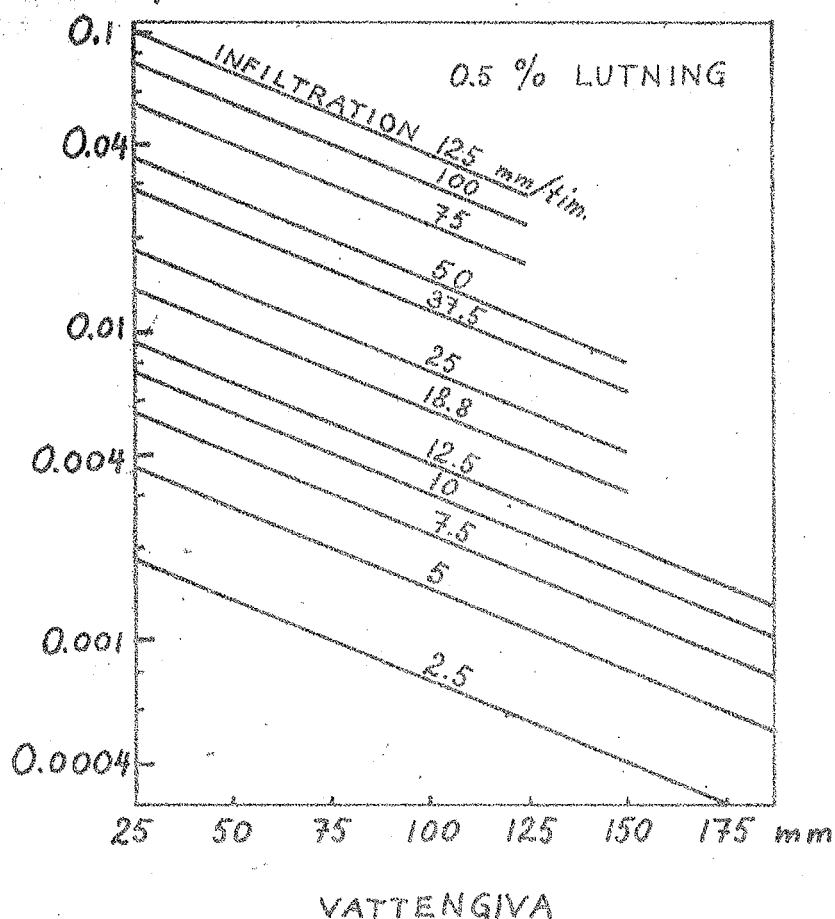


Fig. 5 Diagram för bestämning av vattenflödet vid tegbevattning, lutning 0.5 %, olika totalgivor och genomsläpplighet i marken (U.S. SCS 1957).

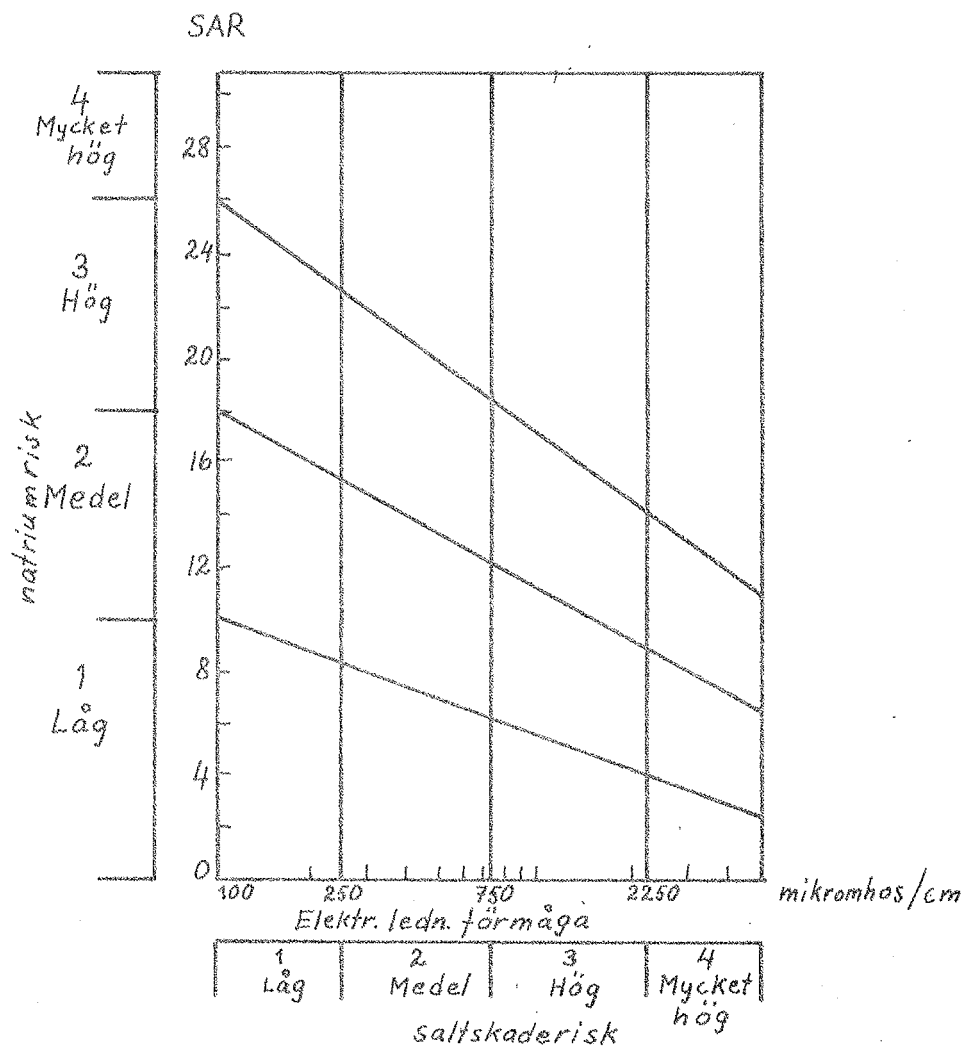


Fig. 6 Klassificering av bevattningsvatten med hänsyn till natrium och saltskaderisk. SAR = natriumadsorptionskvot. Elektrisk ledningsförmåga i mikromhos/cm. ( $EC \times 10^0$ ) vid  $25^\circ C$ . (USDA 1954).

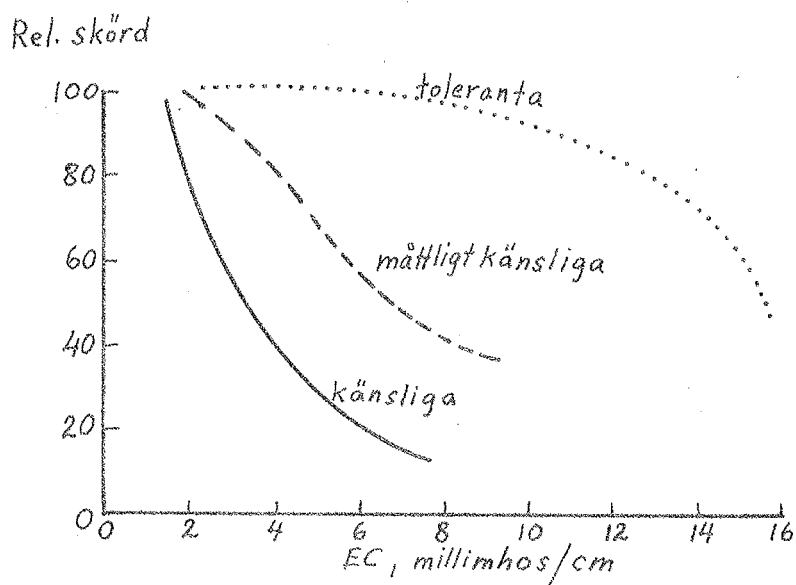


Fig. 7 Salttolleranskurvor för toleranta grödor (korn, bomull m. fl.) måttligt känsliga (majs, sorghum m. fl.), känsliga (bönor, apelsin m. fl.) (US Salinity Lab. Staff 1954).

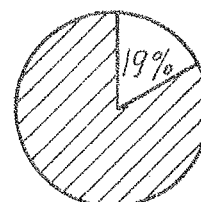
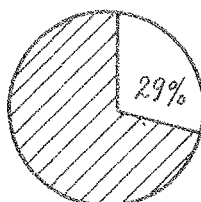
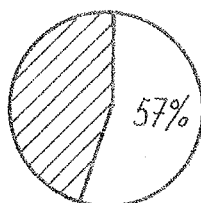
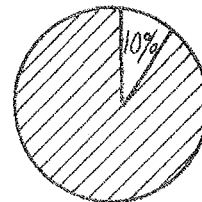
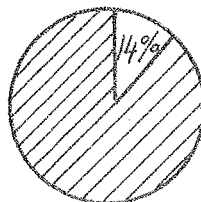
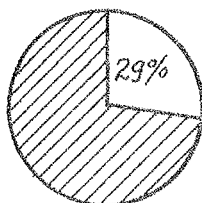
Tillförd saltmängd  
per ha ö 30mm giva  
(salthalt)

2.5 ton/ha  
(740 ppm eller  
1.1 millimhos)

5.0 ton/ha  
(1480 ppm eller  
2.6 millimhos)

12.0 ton/ha  
(3700 ppm eller  
5.3 millimhos)

Ungefärligt lakningsbehov för  
känsliga grödor (klöver)      mindre känsliga (bomull)      toleranta grödor (korn)



odling ej  
möjlig

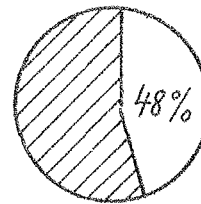


Fig. 6 Ungefärligt lakningsbehov vid olika toleransnivåer hos grödan och salthalt i tillfört vatten. (De vita sektorerna är andelen av tillfört vatten som måste percolera genom rotzonen för att förhindra saltansamlingen i profilen och saltskador). (Ligerly och Gonscher, 1957)



VATTEN  
FÖRBRUKNING  
mm/mån.

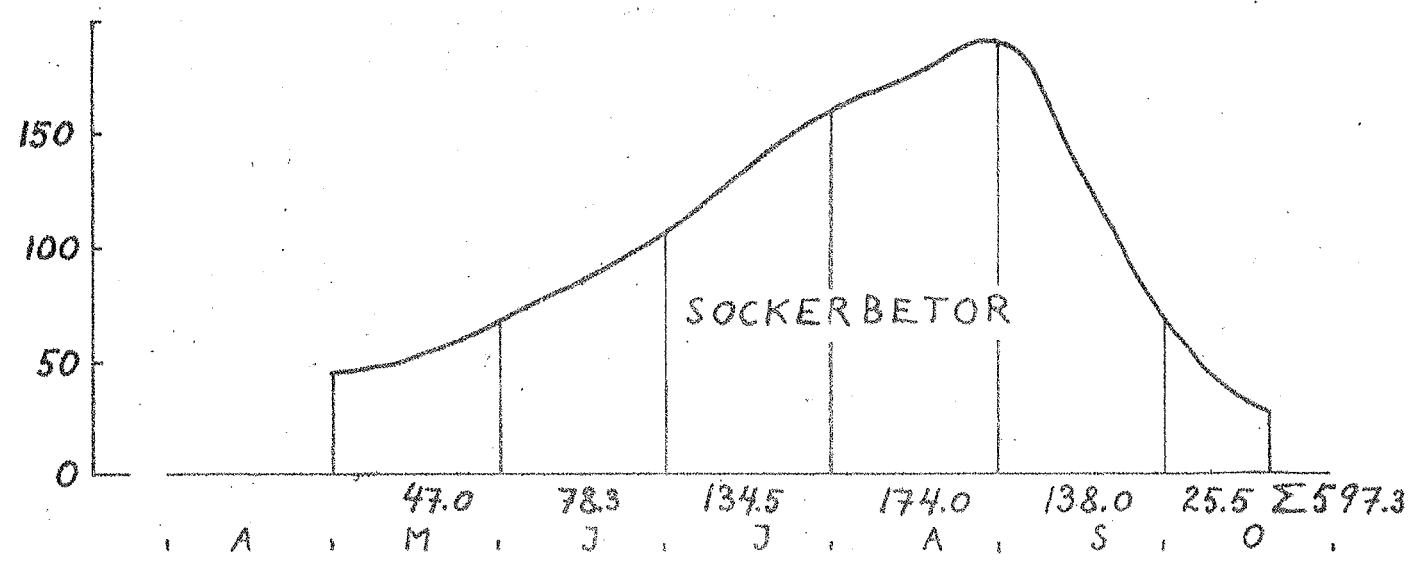
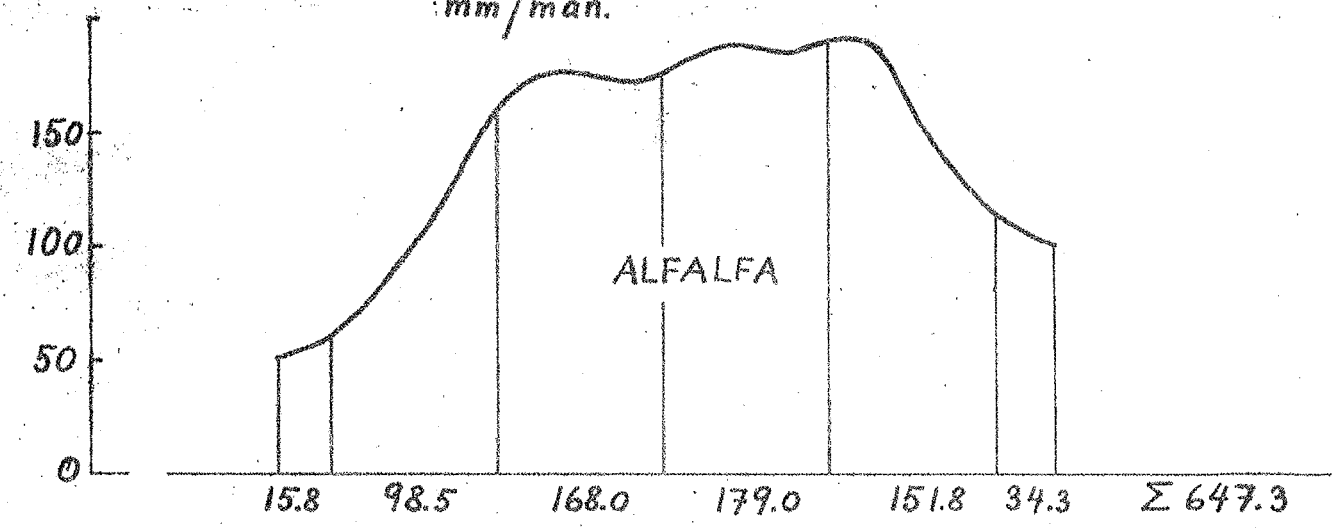
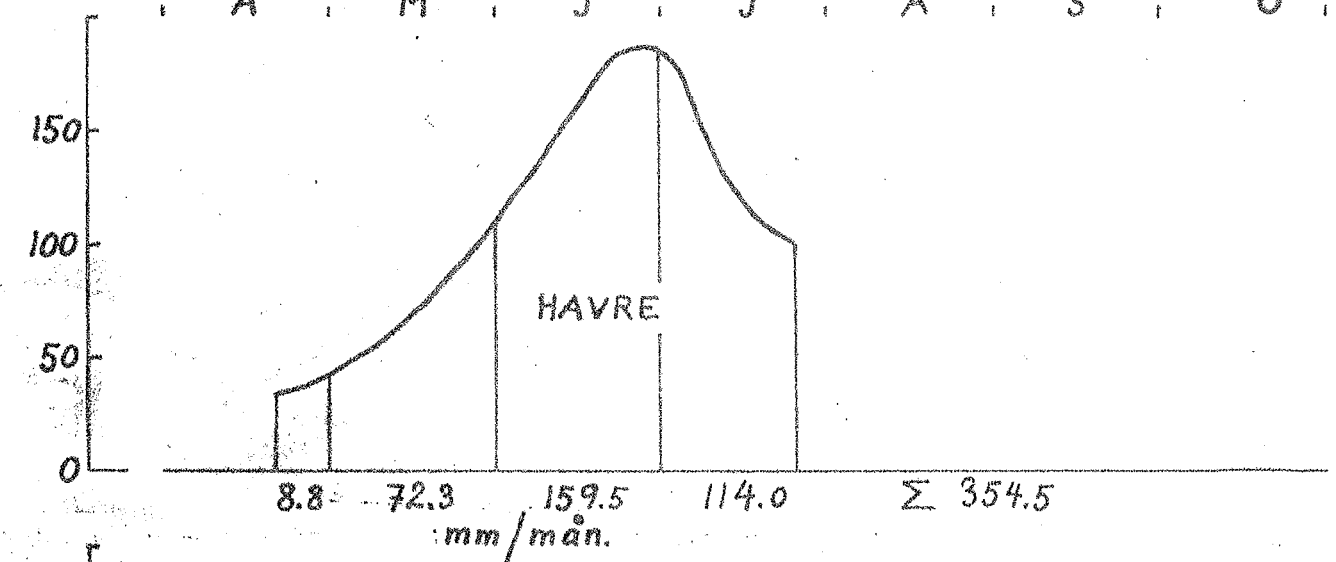
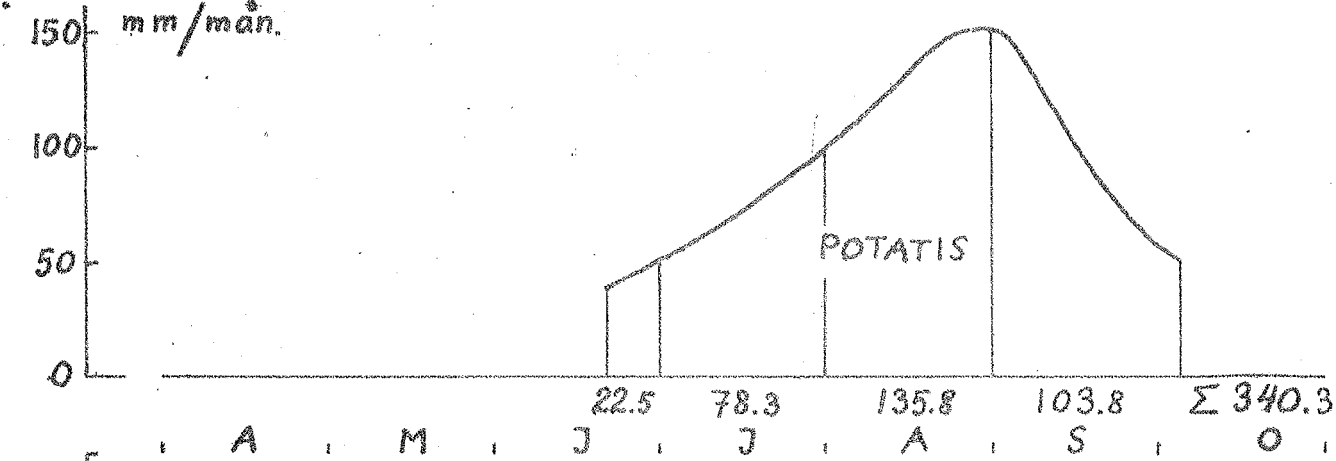
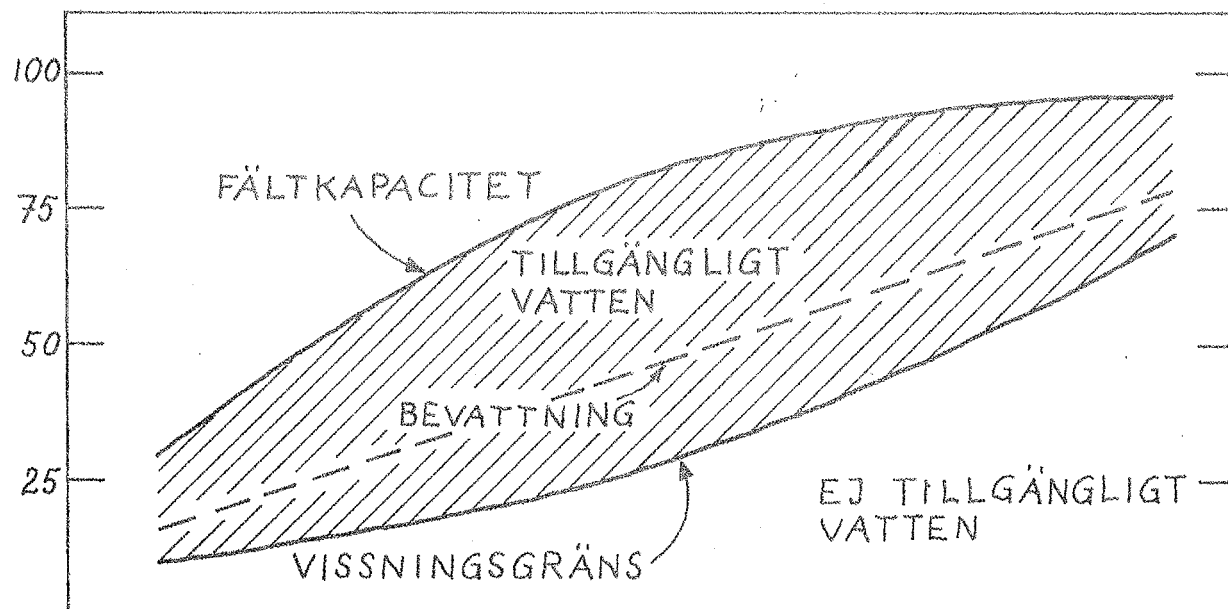


Fig. 9 Säsongsmässiga variationen i vattenförbrukning hos olika grödor. (Bower 1938)

mm / 30 cm av rotzonen

26



MO+SAND %	90	65	40	20	30	20
MJÄLA %	10	20	40	55	35	20
LER %	0	15	20	25	35	60
JORDART:	SAND	LÄTT LERA	MELLAN LERA	STYV LERA		

Fig. 10 Sambandet mellan vattenhushållande egenskaper och jordens texturella sammansättning. Vattenhållande förmågan ökar med stigande lerhalt. Mängden tillgängligt vatten är i maximum hos jordar med lerhalt i lättlere- och mellanlerereklassen. (USDA Yearbook 1955).

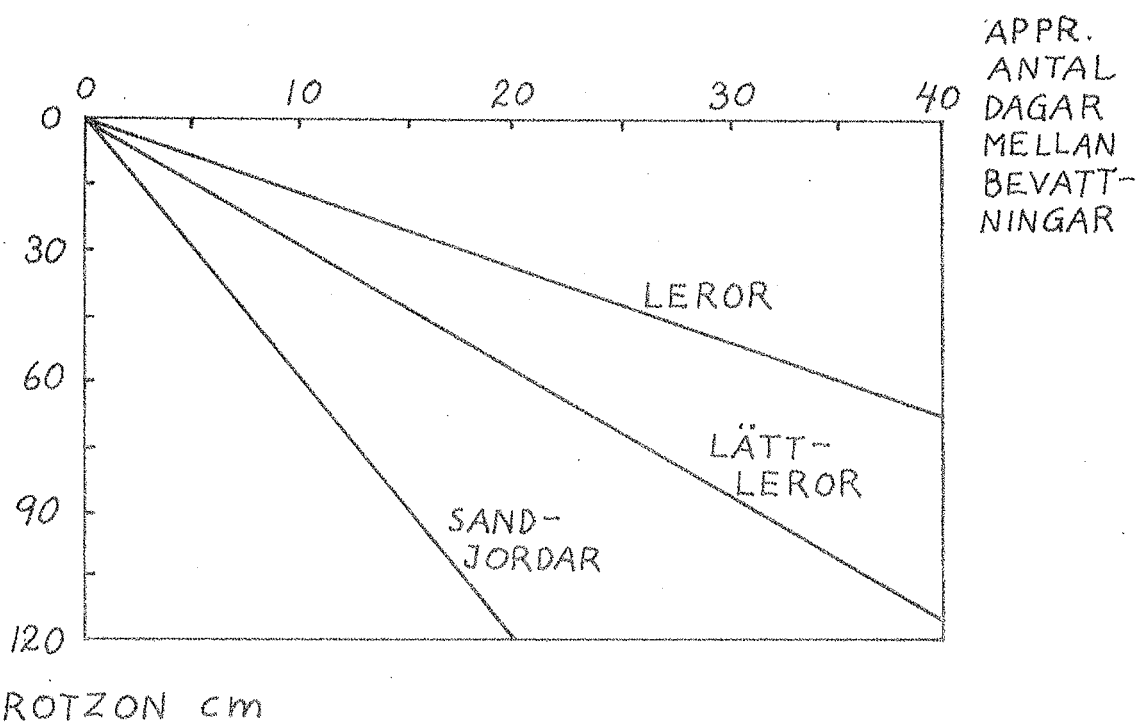


Fig. 11 Sambandet mellan bevattningsintervall, jordart och rottdjup i det fall avdunstningen är 30 mm per vecka. (USDA Yearbook 1955).

Bomull

VATTEN  
FÖRBRUKNING  
mm/dygn

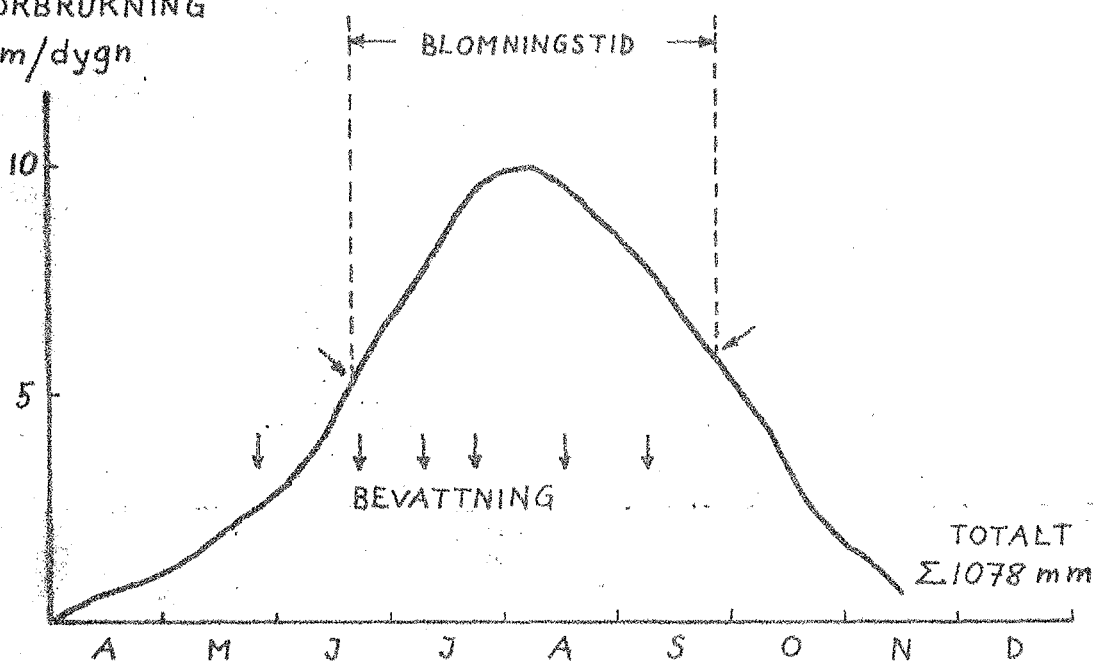


Fig. 12 Vattenbrukningen i bomullsodling, Arizona. Förslag till bevattningstidpunkter. Antal bevattningar 6 st. (Erie 1963).



Forts. från omslagets andra sida

Nr	År	Författare och titel
41	1969	Nils Brink. Kväve och fosfor i Sävjaån
42	1969	Nils Brink. Sagåns vatten
43	1970	Waldemar Johansson. Anvisning för projektering och dimensionering av bevattningsanläggningar
44	1970	Gunnar Hallgren. Dränering av tomtmark, vägar, trädgårdar, kyrkogårdar, idrottsplatser, flygfält m.m.
45	1970	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1969 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök
46	1971	Gösta Berglund. Kalkens inverkan på jordens struktur
47	1971	Aug. Håkansson, Gösta Berglund, Janne Eriksson, Waldemar Johansson. Resultat av 1970 års täckdikningsförsök och bevattningsförsök
48	1971	John Sandsborg. Exempelsamling i hydromekanik.
49	1971	Janne Eriksson. Bevattning. Tropiskt lantbruk.